

自然语流

二音节组重读

汉语文-语转换系统

26

77-79

自然语流中二音节组重读的表现*

The Expression of the Di-syllable Accentuated in Natural Speech

应宏

蔡莲红 陶建华

TP 391.12

(重庆三峡学院计算机科学系 重庆404000)(清华大学计算机科学与技术系 北京100084)

Abstract The acoustic parameters of the sole di-syllables, which are also readed normally and emphatically in natural speech, are analyzed. Further more, the stress degree of the syllable, the transformation of the syllable stress and the prosodic expression of the accentuated di-syllables in natural speech, are also studied. The results will provide us valuable reference in improving the accentual expression of the sentence in mandarin prosodic model.

Keywords Text-to-Speech, Natural speech, Di-syllable, Accentuate, Prosodic parameter

1 引言

在汉语文-语转换系统(CTTS)的研究中,要求系统合成的语音应尽量模拟自然语音,体现出语言抑扬顿挫的美感。这需要正确地界定韵律短语,细微地模拟自然语音的韵律模式。自然语音在字调、语调、重音等方面的变化,其声学特征的表现为音长、基频和幅度等时域参数。因此,在基于时域 PSOLA 的 CTTS 研究中,要合成语音达到较高的自然度,研究重音与字调、语调在波形的音长、基频、幅度的体现是必要的,其中音节轻重是韵律模拟的一个重要问题。汉语语句由字块(chunk)组成,而二音节组是语言组合的最小单位,也可以说是汉语结构中最基本的单位,在现代汉语词汇中,二音节组及其复合词所占的比例最高。词组重音是句子重音的基础,词组中(句子也大都如此)的重音一般都在单字词和双字词上。本实验的目的就是通过孤立二音节组,在自然语流中正常发音和被重读时的声学参数的分析,研究了音节轻重的级别、二音节组音节轻重的变化和二音节组被重读后韵律参数的表现。

2 语料设计

2.1 二音节组的设计

实验用二音节组的编制原则是:(1)选择词频较高的二音节组;(2)声调组合的考虑:普通话的单字调有四个声调,把这四种声调进行遍历性的匹配组合,它们可产生16种声调组合模式,我们构造了三组共48个二

音节组;(3)词性的考虑:主要选择了名词、动词、形容词等,以便这些二音节组出现在实验语句的不同位置上。

2.2 语句的设计

编制实验用语句的原则是:(1)句法考虑:既有简单句,也有复合句;(2)二音节组在语句中的位置考虑:每个语句包含第2.1节中的一个二音节组,并使二音节组位于语句的不同位置(句首、句间、句尾),共48个语句,具体的二音节组及语句见附录2(略)。

3 研究方法

整个研究工作包括语料设计、录音、取样、文本标注、韵律标注、二音节组重读韵律模式分析等几个部分。

3.1 实验材料

上述二音节组及语句由一名北京出生,受过高等教育的受试者,按普通话发音朗读,要求语速、音量尽量稳定,语音数据采集在微机上进行,用 Sound Blaster 转换为16KHz,16bit 数据。取样分三步进行:

(1)对每个二音节组单独发音,经录音、取样形成48个样本文件(word1. wav~word48. wav)。

(2)对每个语句按正常语速发音,经录音、取样形成48个样本文件(sentence1. wav~sentence48. wav)。

(3)对每个语句中的实验用二音节组进行强调发音,经录音、取样形成48个样本文件(stress1. wav~stress48. wav)。

3.2 参数计量方法

*)国家自然科学基金资助项目(69875008)

对上述三种情况下取样形成的样本文件,用自行开发的语音分析和标注工具,进行韵律标注处理,得到了所有语句、音节的音长、基频、幅度等韵律参数。

每个音节的切分点在声/韵母边界,由采样点数转化成毫秒数。基频计算采用改良的自相关算法和 Hilbert 变换^[3],在基频分析时,针对发音人基频的范围,将150~300Hz 规整为五度。对于待分析的音节,如果是阴平、阳平和去声音节,先找出基频值的最大和最小,然后计算其平均值(不妨称其为“调中值”)和音域。由于上声音节的特殊性,为更好地反映上声的特性,选用上声音节基频包络的起始点、最小点和结束点,计算其平均值(即调中值)和音域。幅度的计算是基音同步的,以平均值表示。

3.3 数据采集结果

音节重读与否,其韵律参数改变通常表现在音长、基频和幅度上。实验中,从三种不同发音情况(即孤立二音节组情况、正常语流情况和强调语流情况)得到三组数据,列于表中(见附录1,略)。在下面的讨论中,我们重点分析了音长、基频的变化,虽然过去曾有实验说明^[1]:单音节在被强调时,幅度值会随重音增强而增加,但在我们的实验中未重点关注。

4 讨论

4.1 音节轻重级别

在语音学和语音工程实践中,发音的轻重通常划分为四类或五类。我们在对语音的分析研究中,把它划分成:重重、重、中、低和轻声五个级别,这主要是从读音轻重的区分功能来考虑的。通过对孤立二音节组、语流中的二音节组及整个实验语句的语音参数的对比分析,我们认为在自然语流中,音节轻重程度的变化是连续的,读音的轻重是由多个声学参数共同体现的,在很多情况下,不是可以轻易地说某一具体音节的轻重属于哪一类;而语句重音的确定只能通过前后音节甚至整个语句相对比较来确定。

4.2 二音节组音节轻重的变化

音长被认为是决定音节轻重的主要因素,对比表中“孤立词”和“正常语流情况”两组数据可以看出,无论是孤立词的前音节或后音节的音长都比正常语流情况下对应二音节组的前音节或后音的音长要长,某些词在“孤立词”情况下,前音节音长大于后音节音长,而在“正常语流情况”下则变为前音节音长小于后音节音长。我们认为,产生这些变化的可能原因是:正常语速要求下的压缩,声调受不同邻境条件的影响和韵律结构的调节。尽管在汉语中孤立词存在着关于词重音的发音规则,但从实验中的语音数据及其参数看到,在语流中二音节组的读音轻重分布有时与孤立情况下不完

全一致,一些本来是前轻后重(前短后长)的词在语流中读成了前重后轻(前长后短),如“精彩”、“分配”等。

基频是继时长之后反映音节轻重的又一个因素。尽管孤立二音节组的前、后音节的音长都比正常语流情况下对应二音节组的前、后音节音长要长,但基频调中值却不然。从实验数据中看到,在正常语流情况下二音节组的基频调中值与对应孤立词的基频调中值相比有升有降。这说明语流中的二音节组音长缩短,基频不一定随之降低。事实上实验中有不少的二音节组基频升高。这表明一部分二音节组在正常语流发音中被强调,另一部分则被轻化,这是因为二音节组在语流中的发音不仅会受到整个语句的语气、句调的影响,而且会受到相邻音节协同发音的影响,甚至与二音节组本身的词性有关。

4.3 二音节组重读后韵律的表现

二音节组在语流中被重读后音长、基频发生了相应变化,这些变化反映了二音节组在自然语流中被重读后的韵律特征,下面从几个方面讨论。

4.3.1 重读二音节组与音长

(1)二音节组在语流中被重读后,绝大多数二音节组的音长增加。重读后的二音节组音长的均值达到566ms,比未重读语流中二音节组的音长均值457ms长109ms,增长了近25%。二音节组音长最长为668ms,最短是443ms。

(2)二音节组在语流中被重读时主要是前音节被强调。语流中被重读的二音节组与未重读二音节组前后音节对应相比,91.7%的前音节音长增加,平均增长了76ms,后音节增加的只有77%,平均增长了49ms。可以看出,总体上前音节音长增加的幅度高于后音节。

4.3.2 重读二音节组与基频

(1)语流中二音节组重读后,基频有所提高。二音节组重读后,其基频值往往超过发音人正常的基频值范围。例如,本实验发音人的阴平基频调中值大约在2.0~3.0之间,然而在重读后,它的阴平基频调中值却超过了这个范围。如:参(4.3)加(4.0)、年轻(3.7)、天(4.5)气等,基频调中值超过正常情况1~2度。

(2)语流中二音节组重读后,音域相应加宽。二音节组重读后,无论被强调的前音或后音是升调还是降调,其音域一定程度地扩大了,例如:

①今天天气不错。

重读前:气(280—225Hz,对应调中值1.9);重读后:气(320—185Hz,对应调中值3.5)。

②这个问题已经完满解决了。

重读前:完(190—230Hz)满(240—182—201Hz),对应调中值分别是2.1和1.9。

重读后:完(192—253Hz)满(260—180—230Hz)。

对应调中值分别是2.4和2.5。

(3)有学者曾指出:基频与音长基本上是成正比的,也就是说,重读时一般基频提高,调值明显,音长较长^[5]。我们的实验数据总体上证实了这一点。但在实验中我们注意到,在某些情况下,重音基频与时长并不成正比关系。有几例二音节组在语流中重读后,听感上前音节被强调,但前音节音长基本不变或略有减少,而基频调中值却提高了。如:“教师”、“蓝图”、“俭朴”、“提高”等。分析这几例二音节组的语音波形,它们的基音周期数增加了(5~12个不等)。进一步考察所有二音节组,我们发现,基音周期数是随音节加重而增加的。

4.3.3 重读二音节组与声调

(1)考查重读音节的调型,当语流中二音节组重读后,由于其音长均大于声调调型表现的最小音长,所以它的调型能得到较完整展开。特别是重读时前音节被强调,因此二音节组中前音节四个声调的调型展开比后音节展开更充分一些。

(2)二音节组重读后声调与音长协同化的关系发生变化。通常认为普通话声调中,上声最长、阴平次之、阳平次短、去声最短。但在二音节组中,由于语流中语境的关系,再加上二音节组的紧密化,声调音长有协同化的表现。有实验表明^[6],在二音节组的相同位置上,不同调型的声调,其音长没有太明显的区别。我们按阴平(1)、阳平(2)、上声(3)和去声(4)各配以四声分别对实验中两种语流中的二音节组前音节和后音节的音长数据进行了统计,得到下表:

| 声调 | 正常语流中 | | 强调语流中 | |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 前音节 平均音长 | 后音节 平均音长 | 前音节 平均音长 | 后音节 平均音长 |
| 1 | 246.5 | 243.6 | 315.7 | 280.1 |
| 2 | 221.3 | 226.5 | 263.6 | 260.6 |
| 3 | 226 | 248.1 | 331.8 | 268 |
| 4 | 231.8 | 198.8 | 281.9 | 245.6 |
| 均值 | 231.4 | 229.3 | 298.3 | 263.6 |

上表中,在正常语流情况下,除后音节去声音长稍短些外,处于二音节组前位的四个声调的音长和后位

的另外三个声调的音长,表现出音长的协同性,彼此较接近。但在强调语流中,由于二音节组被重读,音长较充分,四个声调的调型能得到较完整的展开,接近单字调的调型。从表中数据可以看出,强调语流中,二音节组前位四个声调的音长差异较明显,不再具有音长的协同性。

结论 尽管实验中语料有限,实验数据的采集也不够全面,特别是幅度参数针对所述问题的影响没有能够反映出来,但通过对实验数据的考察和分析,我们仍然得到有益的结论:语流中的二音节组存在音节轻重级别,二音节组音节轻重在语流中受句调、韵律结构的调节和协同发音的影响,音长、基频有相应的变化。二音节组在语流中被重读时,二音节组音长增加、基频提高,并且两者往往并行变化;二音节组重读时,主要是前音节被强调,音长变化(加长)更具普遍性。在基频提高的情况下,基音周期数随音节重音增强而增加。二音节组重读后,由于其音长较长,音节的声调调型能得到较充分的展开,在二音节组的相同位置上,声调和音长不再具有协同化的表现等。这些结论对进一步分析自然语流中的多音节组的重音表现有一定的帮助,对深入分析汉语词组和句子重音模式,在汉语韵律模型中,增强语句重音的韵律表现,提供了很好的参考价值。

参考文献

- 1 周俏峰,蔡莲红,陈咏. 汉语句子重音的韵律参数模型的研究. 见:杨家沅主编. 语音识别与合成. 成都:四川科学技术出版社,1994
- 2 周俏峰,蔡莲红. 汉语重音及在TTS系统中的模拟. 微型计算机,1996(4)
- 3 冯隆. 北京话语流中声韵调的时长. 见:林焱,王理嘉著. 北京语音实验录. 北京:北京大学出版社,1985
- 5 郭锦桴. 汉语声调语调纲要与探索. 北京:北京语言学院出版社,1993
- 6 杨行峻,迟惠生,等. 语音信号数字处理. 北京:电子工业出版社,1995
- 7 应宏,蔡莲红. 基于结构助词驱动的韵律短语界定的研究. 中文信息学报,2000(1)